



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Medicina

Escuela Profesional de Medicina Humana

**Asociación de la exposición a ruido ocupacional con los
niveles de presión arterial en trabajadores de una
fábrica de cemento en los últimos 4 años**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Médico Cirujano

AUTOR

David Carlos ROMERO ROMERO

ASESOR

Dr. Giovanni Giuseppe Simón MENESES FLORES

Lima, Perú

2020



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Romero D. Asociación de la exposición a ruido ocupacional con los niveles de presión arterial en trabajadores de una fábrica de cemento en los últimos 4 años [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Escuela Profesional de Medicina Humana; 2020.

Hoja de metadatos complementarios

- **Código ORCID del autor:** --
- **Código ORCID del asesor:** 0000-0003-1677-3457
- **DNI o pasaporte del autor:** 44836849
- **Grupo de investigación:** --
- **Institución que financia la investigación:** --
- **Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación:**
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
12°03'30"S
77°05'00"O
- **Año o rango de años que la investigación abarcó:** 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA HUMANA



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO CIRUJANO**

Siendo las 12:00 horas del día diez de marzo del año dos mil veinte, en el aula 2-C de Pabellón de Aulas de la Facultad de Medicina, se reunió el Jurado integrado por los doctores: Rosa Ysabel Alvarado Merino (Presidenta), Rosa Violeta Ampuero Cáceres (Miembro), Marcia Darmelly Salas Perez (Miembro) y Giovanni Giuseppe Simon Meneses Flores (Asesor).

Se realizó la exposición de la Tesis titulada **"ASOCIACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO OCUPACIONAL CON LOS NIVELES DE PRESIÓN ARTERIAL EN TRABAJADORES DE UNA FÁBRICA DE CEMENTO EN LOS ÚLTIMOS 4 AÑOS"**, presentado por don **David Carlos Romero Romero**, para optar el Título Profesional de Médico Cirujano, habiendo obtenido el calificativo de..... Dieciocho (18).

Dra. Rosa Ysabel Alvarado Merino
Presidenta

Dra. Rosa Violeta Ampuero Cáceres
Miembro

Dra. Marcia Darmelly Salas Perez
Miembro

Dr. Giovanni Giuseppe Simon Meneses Flores
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE MEDICINA
Escuela Profesional de Medicina Humana

DR. ROBERTO LUIS SHIMABUKU AZATO
Director

DEDICATORIA

La elaboración de este trabajo de Tesis para la obtención del Título de Médico Cirujano es dedicado a mi hermano Abel por ser fuente de inspiración para mi desarrollo personal e intelectual.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco enormemente al Dr. Giovanni Giuseppe Simon Meneses Flores por ser mi asesor que gracias a su alto nivel de exigencia y motivación he podido realizar un trabajo de investigación con los más altos niveles de calidad, veracidad y metodología.

Agradezco también a la Clínica en salud ocupacional MEPSO SAC. Por permitirme trabajar con ellos tanto tiempo y así poder formarme en el campo de la Medicina Ocupacional que ha inspirado realizar este trabajo de tesis para obtener la titulación

INDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS	II
INDICE	III
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1.1. Problema de investigación.....	2
1.1.2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DEL PROBLEMA.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	4
1.2.1. General:.....	4
1.2.2. Específicos:	4
2. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES.....	4
2.1. Antecedentes	4
2.1.1. Nacionales	4
2.1.2. Internacionales.....	5
2.2. Marco Teórico	6
2.2.1. Audición: conceptos clave	6
2.2.2. Ruido: definición y clasificación	9
2.2.3. Efectos temporales y permanentes de la exposición al ruido.....	9
2.2.4. Pérdida de audición por ruido.....	10
2.2.5. Estudios audiométricos.....	13
2.2.6. Relación entre ruido laboral y presión arterial.....	15
2.2.7. Ruido ocupación: legislación en Perú	15
2.2.8. Hipertensión arterial.....	17
2.2.9. Hipertensión arterial: factores de riesgo	17
3. METODOLOGÍA Y PLAN DE ANÁLISIS PROPUESTO.....	17
3.1. Metodología de investigación:	17
3.1.1. Diseño de estudio:	17
3.1.2. Universo de estudio:	18
3.1.3. Tipo de muestreo:	18

3.1.4. Tamaño de muestra:.....	18
3.1.5. Operacionalización de variables	19
3.1.6. Recolección de datos	19
3.2. Plan de recolección de datos y análisis de datos:	20
3.2.1. Procedimientos para garantizar aspectos éticos.	21
4. RESULTADOS	22
5. DISCUSIÓN	28
6. CONCLUSIONES.....	31
7. RECOMENDACIONES	31
8. BIBLIOGRAFÍA	32
9. ANEXOS	39

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

tabla 1.características generales de población de estudio.	22
tabla 2. características demográficas de la población de estudio según nivel de exposición a ruido	24
tabla 3. presión arterial y riesgo relativo de lectura elevada de la tensión arterial según grupo de exposición a ruido.	25
tabla 4. asociación de exposición a ruido ocupacional y los niveles de presión arterial según sexo	26
tabla 5. asociación de exposición a ruido ocupacional y los niveles de presión arterial según edad.....	26
tabla 6. asociación de exposición a ruido ocupacional y los niveles de presión arterial según sobrepeso.....	27
tabla 7.asociación entre el nivel de exposición ocupacional a ruido y factores sociodemográficos con la incidencia de presión arterial elevada	27

FIGURAS

Figura 1. Niveles de exposición al ruido ocupacional y sus decibeles.....	23
---	----

RESUMEN

Objetivo: Determinar la asociación de la exposición a ruido ocupacional con los niveles de presión arterial en trabajadores de una fábrica de cemento en los últimos 4 años.

Metodología: Estudio observacional analítico de tipo cohorte retrospectiva. La variable dependiente fue el nivel de presión arterial y la variable independiente fue el nivel de exposición a ruido ocupacional (bajo: <75 dBA, Medio: 75-79 dBA, alto: ≥80 dBA). Se analizó la base de datos de una cohorte de 124 trabajadores de una fábrica de cemento de Perú desde el 2016 hasta el 2019. Se utilizaron modelos de regresión de Cox ajustados por sobrepeso, edad y sexo para determinar el riesgo de presión arterial anormal.

Resultados: Los trabajadores que estuvieron expuestos a ≥80 dBA tuvieron mayor riesgo relativo de presentar hipertensión (RRa=5,18; IC95% de 1,83-14,71) que los trabajadores que tuvieron un nivel de exposición < 75 dBA. Esto también se observó en los trabajadores con un nivel de exposición al ruido de 75 a 79 dBA (RRa=3,78; IC95% de 1,47 a 9,72).

Conclusiones: existe una asociación entre el nivel de exposición a ruido ocupacional y los niveles de presión arterial en trabajadores de una fábrica de cemento.

Palabras Clave: hipertensión; incidencia; análisis de frecuencia de ruido; ruido ocupacional; estudios de cohorte retrospectivos (DECS-BIREME)

ABSTRACT

Objective: To determine the association of occupational noise exposure with blood pressure levels in cement factory workers in the last 4 years.

Methodology: Retrospective cohort study. The dependent variable was the level of blood pressure and the independent variable was the level of exposure to occupational noise (low: <75 dBA, Medium: 75-79 dBA, high: ≥80 dBA) The database of a cohort was analyzed of 124 workers in a cement factory in Peru from 2016 to 2019. Cox regression models adjusted for overweight, age and sex were used to determine the risk of abnormal blood pressure.

Results: Workers who were exposed to ≥80 dBA had a higher relative risk of hypertension (RRa = 5.18; 95% CI of 1.83-14.71) than workers who had an exposure level <75 dBA. This was also observed in workers with a noise exposure level of 75 to 79 dBA (RRa = 3.78; 95% CI from 1.47 to 9.72).

Conclusions: there is an association between the level of exposure to occupational noise and blood pressure levels in workers of a cement factory.

Keywords: hypertension; incidence; noise frequency analysis; occupational noise; retrospective cohort studies (source: Mesh)

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

El ruido es considerado como uno de los principales riesgos físicos para la salud y la seguridad ocupacional dado que genera una carga de enfermedad muy importante. Su principal interés radica en las consecuencias que produce en el organismo como disfunciones fisiológicas(hipoacusia) y psicológicas(disminuir la atención, impedir la concentración y el sueño)(1,2).

La pérdida auditiva inducida por el ruido es la principal patología asociada a la exposición ocupacional al ruido a altos decibelios y causa un promedio de 16% de pérdida auditiva en todo el mundo, aunque con mayor importancia en los países en vías de desarrollo(donde puede llegar al 21%), siendo mayores los efectos de exposición al ruido laboral en el grupo de los hombres(3–5). Las principales industrias investigadas con relación a este tema son las empresas mineras, trabajos cercanos a los aeropuertos y empresas textiles por la presencia de grandes decibelios en su ambiente laboral(6,7).

El ruido ocupacional es peligroso para el sistema cardiovascular puesto que se ha determinado que exposiciones a largo plazo podrían generar trastornos como hipertensión, cardiopatía isquémica y accidente cerebrovascular, así como un mayor riesgo de muerte por infarto agudo de miocardio, angina de pecho e hipertensión arterial diastólica aislada(5,8).

Una de las causas probables del aumento de los niveles de ruido y sordera ocupacional en los países en desarrollo (como el caso del Perú) está relacionada con la deficiencia de la protección auditiva de los trabajadores que no va a la par con el desarrollo de la industria y su consecuente aumento de ruido laboral.

El ruido laboral es una causa importante de pérdida de audición en adultos que puede minimizarse mediante el uso de controles de ingeniería para reducir la producción de ruido en su origen, utilizar la máxima protección auricular y el desarrollo de programas eficaces de prevención de la exposición al ruido que identifiquen las fuentes de ruido y la implementación de medidas y regulaciones de control en los entornos de trabajo, así como la realización de una evaluación audiológica periódica de quienes trabajan en entornos ruidosos(4). Empleadores y trabajadores deben de cumplir estrictamente con las regulaciones para evitar más daños auditivos(9–11).

La relación entre la exposición al ruido ocupacional y la presencia de un aumento de los valores de presión arterial aún es controvertida. Existen múltiples investigaciones que muestran resultados a favor de esta asociación(12–16) así como aquellas que niegan esta relación(7,17–20). Además de esto, el mecanismo subyacente a la presencia de niveles más altos de presión arterial debido a la exposición al riesgo ocupacional sigue sin ser clara(19,21). La exposición aguda se ha asociado con cambios a corto plazo en la presión arterial, la frecuencia cardíaca, el gasto cardíaco y la vasoconstricción arterial junto con aumento de hormonas de estrés como epinefrina, norepinefrina y corticosteroides(19). Por otro lado, la exposición crónica y a largo plazo activa los sistemas simpático y endocrino, afectando los estados humorales y metabólicos de los seres humanos, lo que explicaría el mayor riesgo cardiovascular(21).

1.1.1. Problema de investigación.

- **General:**

¿Cuál es la asociación de la exposición a ruido ocupacional con los niveles de presión arterial en trabajadores de una fábrica de cemento en los últimos 4 años?

- **Específicos:**

¿Cuál es la asociación entre la exposición ocupacional al ruido y los niveles de presión arterial en trabajadores de una fábrica de cemento en los últimos 4 años según sexo?

¿Cuál es la asociación entre la exposición ocupacional al ruido y los niveles de presión arterial en trabajadores de una fábrica de cemento en los últimos 4 años según edad?

¿Cuál es la asociación entre la exposición ocupacional al ruido y los niveles de presión arterial en trabajadores de una fábrica de cemento en los últimos 4 años según sobrepeso?

1.1.2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DEL PROBLEMA.

Este proyecto de investigación se desarrollará dentro de los lineamientos de las actuales prioridades nacionales de investigación en salud, en las que se estipula el estudio de la salud ocupacional en ambientes médicos y otros centros laborales. Los centros laborales más afectados por la exposición al ruido ocupacional vendrían a ser los aeropuertos, las metalurgias y las empresas de cemento como ETERNIT(22).

Tal y como se ha descrito, la exposición al ruido laboral constituye un problema legítimo de salud pública con efectos comprobados a nivel psicológico y evidencias sugerentes de un impacto negativo a nivel del sistema cardiovascular como el aumento del riesgo de infarto de miocardio y enfermedad cardíaca isquémica(18). El desarrollo de esta investigación permitirá obtener datos que corroboren esta supuesto en una población de trabajadores de Perú dado que aún no existe un consenso ya definido sobre la relación entre la exposición al ruido laboral y la hipertensión(23,24).

Los resultados de este estudio permitirán, en una primera instancia, calcular la influencia de la exposición crónica a ruido laboral en la prevalencia de dificultad auditiva para poner en evidencia la importancia del uso de medidas de prevención con respecto al sonido laboral, así como también el posible impacto que podrían tener en la disminución de la prevalencia de hipertensión y dificultad auditiva en una población poco estudiada.

Luego de la realización de una búsqueda bibliográfica exhaustiva no hemos encontrado investigaciones realizadas con población peruana que muestren la asociación entre la exposición crónica al ruido laboral y la hipertensión arterial en trabajadores de alguna empresa de cemento, lo que aumentó aún más la motivación por el desarrollo de esta investigación.

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1. General:

- Determinar la asociación de la exposición a ruido ocupacional con los niveles de presión arterial en trabajadores de una fábrica de cemento en los últimos 4 años.

1.2.2. Específicos:

- Determinar la asociación de la exposición a ruido ocupacional y los niveles de presión arterial en trabajadores de una fábrica de cemento en los últimos 4 años según edad.
- Determinar la asociación de la exposición a ruido ocupacional y los niveles de presión arterial en trabajadores de una fábrica de cemento en los últimos 4 años según sexo.
- Determinar la asociación de la exposición a ruido ocupacional y los niveles de presión arterial en trabajadores de una fábrica de cemento en los últimos 4 años según sobrepeso.

2. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES.

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

- **Mejía y colaboradores realizaron un trabajo de investigación titulado: “Notificación de accidentes y enfermedades laborales al ministerio de trabajo. Perú 2010-2014” (2015).** determinando que a nivel nacional hubo una notificación de 54 596 accidentes laboral y 346 enfermedades laborales, dentro de las cuales la más frecuente es la hipoacusia(25).

- **Maruja Medica en su tesis titulada: “Factores asociados a la pérdida de audición inducida por ruido entre trabajadores mineros”(2017)** donde evaluó 200 trabajadores determinó que la prevalencia de la pérdida de audición inducida por ruido fue de 14,0% y que los factores asociados a esta son la edad, el número de horas expuestas al ruido y el consumo de alcohol(26).
- **Montenegro Valencia en su tesis titulada: “Prevalencia y severidad de la hipoacusia inducida por exposición ocupacional al ruido en odontólogos del Cercado de Arequipa, 2014” (2015)** evaluó a 50 odontólogos de los cuales el 60% refirió presentar hipoacusia, 26% tinnitus, 22% manifestó dolor de oídos. En este estudio además determinó el nivel de severidad de la hipoacusia inducida por el ruido, encontrándose que cerca del 10% presentaba un nivel de severidad leve o moderado(27).
- **Rojas Velarde en su tesis titulada: “Hipoacusia inducida por ruido en trabajadores de construcción civil de la Constructora Inarco del centro comercial Real Plaza Huancayo,2015”** donde evaluó a 132 trabajadores de construcción civil determinó que 35 de ellos presentaban un nivel de hipoacusia inducida por ruido leve a moderada(28).

2.1.2. Internacionales.

- **Zhou F y colaboradores desarrollaron un trabajo de investigación titulado: “Relationship between occupational noise exposure and hypertension: A cross-sectional study in steel factories.” (2019)** En el que determinaron que los sujetos expuestos al ruido ocupacional (en una empresa de acero) tenían niveles de presión arterial significativamente más altos que aquellos sujetos no expuestos. La exposición al ruido se asoció

con un aumento en la prevalencia de hipertensión(OR 2,03 con un IC95% de 1,15% a 3,58%) (11).

- **Liu J y colaboradores desarrollaron una investigación titulada: “ Prevalence of hypertension and noise-induced hearing loss in Chinese coal miners”.**En esta investigación recolectaron la información de 738 participantes y determinaron que la hipertensión fue más prevalente en el grupo que se encontraba expuesto al ruido(29,2% versus 21,2% con $p < 0,05$) y que el grupo expuesto al ruido se enfrentó a un mayor riesgo de presentar hipertensión, tomando al grupo no expuesto como referencia(OR de 1,52 con IC95% de 1,07 a 2,15)(22).
- **Kuang D y colaboradores realizó una investigación titulada: “Bilateral high-frequency hearing loss is associated with elevated blood pressure and increased hypertension risk in occupational noise exposed workers.”(2019).** En esta investigación evaluó a un grupo de trabajadores expuesto a ruido laboral y determinó que el aumento de años de exposición al ruido ocupacional y la pérdida de audición bilateral debida a ruido se asocian significativamente con la presión arterial sistólica y diastólica($P < 0,05$). Además de esto, aquellos sujetos con pérdida de audición bilateral leve y alta tenían un riesgo de hipertensión más alto del 34% y 281% respectivamente(29).

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Audición: conceptos clave

La audición es un proceso sensorial complejo en el humano el cual se desarrolla en tres etapas básicas: La captación y procesamiento mecánico, la conversión de la señal acústica en impulsos nerviosos y el Procesamiento neural. La captación,

procesamiento y transducción se lleva a cabo en el oído propiamente dicho mientras que la etapa del procesamiento neural se desarrolla en el cerebro. La región periférica del sistema auditivo (oído propiamente dicho) se divide en tres zonas: oído externo, oído medio y oído interno. El oído externo está formado por el pabellón auricular que va dirigir las ondas sonoras a través del canal auditivo externo por el orificio auditivo, el otro extremo del canal auditivo va estar cubierto por la membrana timpánica que constituye la entrada al oído medio.

El oído medio se encuentra formado por una cavidad llena de aire en donde se encuentran tres huesecillos: martillo, yunque y estribo articulados entre sí. El extremo del martillo se encuentra adherido a la membrana timpánica y la base del estribo está unido mediante un anillo flexible a las paredes de la ventana oval, que constituye la entrada al oído medio; finalmente la cavidad del oído medio tiene comunicación al exterior a través de la trompa de Eustaquio. La cual es un conducto que llega hasta las vías respiratorias.

El oído interno va estar constituido por la cóclea quien se encarga de la conversión de señales acústicas en impulsos nerviosos a través de elementos celulares neurosensoriales como: las células ciliadas sensoriales y las células de soporte. Las células ciliadas externas son móviles y se contraen tras la despolarización, estas células mejoran mecánicamente la vibración de una región de membrana basilar para aumentar su sensibilidad de detección y selectividad de frecuencia del órgano de Corti.

Luego de esto la vibración mecánica es transducida por las células ciliadas internas en neurotransmisión auditiva. La transducción se logra gracias a un acoplamiento electroquímico entre neuronas aferentes auditivas postsinápticas y neuronas del ganglio espiral que envían los

impulsos a los centros analizadores superiores de la corteza superior. Las primeras neuronas de la vía auditiva aferente se asientan en el ganglio espiral de Corti, se describe que las frecuencias agudas son transferidas por las fibras originadas en las porciones más basales de la cóclea viajando por los lados más periféricos del nervio; mientras que las fibras originadas más apicalmente van a enviar el impulso nervioso de las frecuencias graves por la parte más central del VIII par craneal. Las segundas neuronas también mantienen una organización tonotópica descrita en las fibras del nervio coclear también donde determinados grupos de células responden de manera preferente a frecuencias concretas. Las fibras del núcleo coclear ventral en su mayor parte se dirigen al complejo olivar superior, otras siguen por el lemnisco lateral (cinta de Reil). Las que parten del núcleo coclear dorsal se dirigen al núcleo dorsal del lemnisco lateral y el tubérculo cuadrigémino inferior (colículo inferior). Por último, las terceras neuronas están localizadas en el núcleo geniculado medial del tálamo; Los axones de las neuronas del núcleo geniculado medial forman la radiación acústica de Pfeiffer, que se va a dirigir al labio inferior de la cisura horizontal de Silvio, lugar que ocupan los centros analizadores corticales del sonido en las áreas 21, 22, 41 y 42 de Brodman. El área 41 de Brodmann, es el centro auditivo primario. Los estímulos sonoros se proyectan sobre esta área con organización tonotópica, situándose los agudos en la parte más externa y los graves en la más interna.

Las áreas 42 y 22 de Brodmann constituyen la corteza secundaria o de asociación. El área 42, cumple la función de atención auditiva e identificación de las palabras. El área 22, es el centro de gnosia auditiva o área de Wernicke, donde se produce el reconocimiento de lo que se oye, dotándole de un contenido semántico. (30).

2.2.2. Ruido: definición y clasificación

El ruido es un sonido no deseado que genera grados de molestia que pueden llevar hasta la pérdida permanente de la audición. Las principales fuentes del ruido son el tráfico y la industria(31).

5.2.2.1. Tipos de ruido:

- En función de su duración pueden ser ruidos estables: cuando presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora menores o iguales a 5dB durante un periodo de 1 minuto o ruidos fluctuantes: presentan variaciones del nivel de presión sonora superiores a 5dB durante un 1 minuto
- Según su origen el ruido puede ser ruido de comunidad: ruido que se mide a nivel del ambiente comunitario como parques, colegio, calle o ruido en ambiente laboral: es el que se mide en el trabajo y determinar el riesgo de pérdida de audición de los trabajadores.

2.2.3. Efectos temporales y permanentes de la exposición al ruido.

De manera temporal, la alta exposición al ruido puede provocar tinnitus y pérdida auditiva neurosensorial transitoria que se recupera en aproximadamente 24 horas después de la eliminación del estímulo acústico.

Si la exposición al ruido persiste por un período prolongado de tiempo, con poca o ninguna recuperación entre los episodios temporales de cambio de umbral, la discapacidad auditiva puede evolucionar hacia un cambio de umbral permanente(32,33). Esto

puede evaluarse mediante investigaciones audiológicas. las frecuencias más altas se ven afectadas con mayor frecuencia, entre el rango de 3 a 6 kHz con una caída estrecha característica de alrededor de 4 kHz.

Durante las primeras etapas de la pérdida auditiva inducida por ruido clínicamente aparente, la pérdida de frecuencia más alta resulta en dificultades con la discriminación del habla en altos niveles de ruido de fondo, especialmente voces de tono más alto (mujeres y niños)(34). Este daño es mayor con estímulos de alta frecuencia, alta intensidad y ruido de tono puro(33).

2.2.4. Pérdida de audición por ruido.

2.2.4.1. Generalidades

- La pérdida de audición es una de las discapacidades más extendida en occidente. Una gran proporción de todos los casos de pérdida auditiva se pueden atribuir a la exposición al ruido(35).
- La exposición ocupacional al ruido ha sido documentada desde el siglo XVIII, cuando reportes indican que los mineros de cobre desarrollaban pérdida auditiva como resultado del ruido del martilleo en el metal(36).

2.2.4.2. Alcance de pérdida de audición inducida por ruido

- A nivel mundial 1.300 millones de personas se ven afectadas por la pérdida auditiva. Por ejemplo, en los Estados Unidos, el 16-24% de las pérdidas auditivas se pueden atribuir a la exposición al ruido laboral(3). De hecho, se estima que 22-30 millones de trabajadores en los Estados Unidos están expuestos

a niveles de ruido potencialmente perjudiciales(37,38).

- Los trabajadores que presentan un mayor riesgo de hipoacusia asociada a ruido ocupacional incluyen aquellos empleados en la construcción, manufactura, minería, agricultura, servicios públicos, transporte y el ejército, así como también músicos.

2.2.4.3. Consecuencias de la pérdida de audición por exposición a ruido ocupacional.

- Las consecuencias de la exposición a este ruido laboral son graves y suponen una carga financiera y personal importante para el individuo así como para la sociedad(37). Además de esto se limita su capacidad de comunicarse con el mundo circundante, lo conduce hacia un mayor estrés social, depresión, vergüenza, baja autoestima y dificultades de relación. La pérdida de audición también puede afectar la atención y la cognición (37,38).
- La hipoacusia debida al ruido ocupacional se ha asociado con un mayor riesgo de lesiones relacionadas con el trabajo, debido a que el ruido excesivo obstaculiza la capacidad de escuchar señales de advertencia, monitorear equipos y comunicarse con otros trabajadores. Un estudio de 46 550 trabajadores expuestos al ruido encontró un aumento estadísticamente significativo en el riesgo de lesiones que requieren hospitalización con cada decibelio de pérdida auditiva(39). Otro estudio que evaluó a 1062 trabajadores en una planta de

fabricación de tractores determinó que los trabajadores expuestos a intensidades de sonido de más de 85 dBA en promedio durante 8 h tuvieron un riesgo 1,52 veces mayor de lesiones en comparación con los trabajadores expuestos a menos de 85 dBA (40).

2.2.4.4. Fisiopatología de la pérdida de audición por ruido

- La pérdida de audición inducida por el ruido es una enfermedad compleja que resulta de la interacción de factores genéticos y ambientales, pero generalmente aún está dictada por el alcance del daño biológico causado por la exposición al ruido. La cantidad total de ruido a la que está expuesto un individuo puede expresarse en términos de nivel de energía. El nivel de energía es una función de la presión acústica del ruido (en decibelios) y de la duración de la exposición a lo largo del tiempo. El principio de igualdad de energía establece efectivamente que la misma energía causará el mismo daño (en cualquier individuo), de modo que puede producirse un daño coclear similar después de la exposición a un nivel de ruido más alto en un corto período de tiempo como ocurriría después de la exposición a un nivel más bajo de ruido durante un período de tiempo más largo(41).
- En la pérdida de audición inducida por el ruido se presenta a nivel celular estereocilios de células ciliadas dañadas, pérdida de células ciliadas. El órgano de Corti se encuentra comprimido debido a daños en las células de los pilares de soporte, pérdida de fibrocitos en limbo y ligamento espirales.

Este daño de tejido neurosensorial es irreversible en la cóclea de los mamíferos debido a que las células ciliadas no puede regenerarse(42).

- Hasta el momento se han determinado dos rutas de daño coclear después de la exposición al ruido.
 - En el primero el ruido intenso ocasiona un daño mecánico directo de los estereocilios de las células ciliadas así como un daño directo de las células sensoriales y de soporte que conducen a la pérdida de células ciliadas(33).
 - En el segundo el daño metabólico a través de varias vías bioquímicas que convergen y desencadenan la muerte de las células ciliadas a través de la apoptosis. Las teorías referentes al daño metabólico se centran en el estrés oxidativo que genera la producción de especies reactivas de oxígeno y especies reactivas de nitrógeno en la cóclea, los cuales son desencadenados por una exposición a un sonido fuerte, seguido de una muerte celular por apoptosis.(43)

2.2.5. Estudios audiométricos.

En el Perú existe la guía técnica para la realización de audiometría ocupacional que busca una evaluación rápida y confiable de la audición con relación a la exposición a ruido laboral(44).

La evaluación audiométrica en el Perú tiene etapas:

- La primera etapa tiene que ver con las indicaciones para una evaluación audiométrica: al trabajador que se le realizará esta evaluación se le examina previamente evitando que se encuentre resfriado y que no haya tenido cambios bruscos de presión atmosférica horas previas al examen(44).
- La segunda etapa se refiere a los procedimientos de la evaluación como la otoscopía: que permitirá verificar que sus conductos se encuentren permeables, observar la presencia de cerumen, inflamación o supuración; y el uso de diapasones: con los cuales se le realizará las pruebas de Rine Y Weber para tener un diagnóstico previo(44).
- La tercera etapa consiste en la evaluación audiométrica propiamente dicha: esta inicia por el oído que se encuentra subjetivamente mejor. En una primera instancia se obtienen los umbrales aéreos y óseos mediante el método ascendente, descendente o mixto. Que consisten en ir ascendiendo el número de decibeles hasta que el paciente escuche o ir descendiendo el número de decibeles hasta que el paciente deja de escuchar.

2.2.6. Relación entre ruido laboral y presión arterial.

Se ha propuesto una teoría de que la exposición al ruido conduce a la estimulación del sistema nervioso autónomo y el sistema endocrino, lo que aumenta la liberación de la hormona del estrés y eleva la presión arterial y la frecuencia cardíaca. Esto, a su vez, puede conducir a un mayor riesgo de hipertensión, cardiopatía isquémica y accidente cerebrovascular(8,45). Los estudios epidemiológicos han demostrado una mayor prevalencia de enfermedad cardiovascular y mortalidad en poblaciones expuestas a altos niveles de ruido (18,46–50)

- Generación de hipertensión como resultado de exposición a ruido.
 1. Lesión endotelial inducida por sistema nervioso simpático
 La exposición aguda al ruido puede activar un reflejo simpático inmediato y, a continuación, acelerar el desarrollo de cambios estructurales en el sistema cardiovascular(a nivel endotelial), lo que resulta en la elevación sostenida de la presión sanguínea(45).
 2. Liberación de hormonas inducidas por estrés.
 Estudios han demostrado niveles más altos de hormonas del estrés como el cortisol en relación con la exposición crónica al ruido.
 La activación de las vías neuroendocrinas relacionadas con el estrés a través de niveles altos de cortisol puede dar lugar al síndrome metabólico, lo que resulta en hipertensión y otros efectos cardiovasculares(45).

2.2.7. Ruido ocupación: legislación en Perú

La legislación sobre el ruido laboral en Latinoamérica es muy diversa, donde para cada país posee diferentes niveles de desarrollo y complejidad. Algunas regulaciones incluyen todos los

aspectos requeridos en el control de ruido ocupacional, mientras que otras solo ofrecen una protección mínima. Sin embargo, el 27% de los países de la región aún no hayan establecido regulaciones con respecto a los niveles de ruido y los tipos de cambio permisibles, dejando a millones de trabajadores desprotegidos contra el ruido laboral. En tal sentido los trabajadores continúan perdiendo su audición debido a una legislación insuficiente combinada con una falta de información o falta de voluntad por parte de los empleadores, empleados y agencias gubernamentales(51).

En el Perú, las leyes de ruido ocupacional son escasas. En 2005, la regulación de la salud y seguridad en el trabajo entró en vigor con el Decreto 009-2005-TR(52), que fue modificado en 2010. Esta regulación tiene el objetivo principal de promover una cultura de prevención de riesgos en el país, estableciendo derechos y obligaciones de empleadores y empleados. Además, define términos relevantes para la seguridad e higiene en el lugar de trabajo. Sin embargo, no establece ningún tipo de límite para ningún contaminante. (53).

En 2001, el gobierno peruano promulgó un decreto sobre seguridad e higiene en la minería. Esta ley es obligatoria para todas las compañías que realizan actividades mineras o cualquier compañía externa que sea contratada por ellas. En el subcapítulo 9 sobre salud ocupacional y control de agentes físicos, se estableció un nivel de exposición máximo sin protección auditiva de 100 dBA, indicando además que no se permite ningún tipo de exposición superior a 140 dBA(53).

2.2.8. Hipertensión arterial

- Diagnóstico:

La presión arterial es una medida de la fuerza de la sangre contra las paredes de las arterias. Los nuevos criterios de hipertensión de la ACC/AHA 2017 recomiendan disminuir el umbral para la clasificación de la hipertensión arterial a 130/80 mm Hg. Además de esto propone nuevos umbrales de presión arterial sistólica y diastólica para iniciar el tratamiento con antihipertensivos(54,55).

- Hipertensión arterial en Perú.

La prevalencia de hipertensión arterial en el Perú para el 2017 fue de 32,9% y el sexo masculino presenta mayores prevalencias en comparación con el sexo femenino. Las personas con obesidad, mayor quintil de riqueza y antecedentes de diabetes presentaron mayores prevalencias de hipertensión(55).

2.2.9. Hipertensión arterial: factores de riesgo

Estudios han demostrado que la hipertensión tiene diversos factores de riesgo.

Los principales serían(56):

- Obesidad
- Ansiedad
- Alcoholismo
- Consumo excesivo de sal
- Antecedente familiar de hipertensión arterial
- Antecedente familiar de diabetes
- Tabaquismo.

3. METODOLOGÍA Y PLAN DE ANÁLISIS PROPUESTO.

3.1. Metodología de investigación:

3.1.1. Diseño de estudio:

Estudio observacional analítico de tipo cohorte retrospectiva.

3.1.2. Universo de estudio:

Trabajadores de la empresa de ETERNIT durante el periodo 2016-2019.

3.1.3. Tipo de muestreo:

Se realizó un muestreo aleatorio simple

3.1.4. Tamaño de muestra:

Para el cálculo de la muestra se utilizó el programa EPIDAT versión 4.2.

El tamaño calculado con un riesgo en expuestos de 30% y un riesgo relativo a detectar de 4,0 con una potencia de 90% y un nivel de confianza de 95%(57) .

El tamaño de la muestra fue 62 expuestos y 62 no expuestos

I. Criterios de inclusión:

- Trabajador de la empresa ETERNIT que brinde su aprobación para participar en el trabajo.
- Trabajador de la empresa ETERNIT que cuente con ficha de datos completa.

II. Criterios de exclusión:

- Trabajador de la empresa ETERNIT con antecedentes de problemas de audición antes de comenzar el estudio
- Trabajador de la empresa ETERNIT con antecedentes de Lesiones en cabeza
- Trabajador de la empresa ETERNIT con antecedentes de Hipertensión
- Trabajador de la empresa ETERNIT con antecedentes de Problemas cardiovasculares

- Trabajador de la empresa ETERNIT con antecedentes de Enfermedades del oído medio.
- Trabajador de la empresa ETERNIT con antecedentes de Antecedente de exposición a explosiones
- Trabajador de la empresa ETERNIT con antecedentes de Antecedentes de TEC
- Trabajador de la empresa ETERNIT con antecedentes de Antecedentes de uso de ototóxicos

3.1.5. Operacionalización de variables

- Ver anexo 1

3.1.6. Recolección de datos

- Toda la información fue recolectada de los exámenes médicos ocupacionales anuales de la empresa durante los últimos 4 años.
- Ingresaron al estudio todos los trabajadores que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión.
- En todos los exámenes ocupacionales de la empresa está estipulado que se solicitó la firma de consentimiento informado a cada trabajador antes de la toma de datos y mediciones antropométricas.
- La recolección de los datos de cada historia clínica se realizó en base a la ficha de recolección de datos (Ver anexo 2). A los trabajadores se les realizó la medición de la presión arterial como parte del examen médico ocupacional.
 - ✓ La medición de presión arterial:
 - Personal médico calificado se encargó de medir la presión arterial sistólica y diastólica de los trabajadores. Para tal fin utilizaron un esfigmomanómetro de mercurio, con los

individuos en posición sentada con un tiempo de descanso previo de más de 15 minutos.

- Los trabajadores fueron clasificados en función de las actividades que realizaron dentro de la empresa, así como también se les realizó medición del nivel de ruido ocupacional promedio al que han sido expuestos.

- ✓ Datos de sonometría:

- Los datos de sonometría fueron recolectados por el investigador y guardan relación con la declaración del impacto ambiental a favor de la empresa peruana Eternit del año 2017(58).

- ✓ La medición de nivel de ruido ocupacional:

- A los trabajadores se les clasificó en grupos de trabajo dentro de la empresa
 - Empleado de producción
 - Empleado de fabricación de moldeados.
 - Empleado de almacén de productos terminados.
 - Empleado administrativo.

3.2. Plan de recolección de datos y análisis de datos:

Una vez realizado el llenado de las fichas de datos de cada paciente se generó la base de datos en Excel para su posterior descripción y análisis.

El manejo de las bases de datos y el análisis estadístico se realizó mediante el paquete estadístico SPSS V25. Versión de prueba.

La prueba de Shapiro-Wilk se utilizará para determinar la normalidad de las variables continuas. La prueba de Chi-cuadrado también se usará para comparar las diferencias en las variables dicotómicas entre los grupos de exposición.

Para detectar diferencias significativas entre los grupos de exposición, la prueba de suma de rango de Wilcoxon y la prueba de Chi-cuadrado se usarán para variables continuas y dicotómicas, respectivamente.

Se realizará un análisis descriptivo inicial de las variables de interés para obtener las frecuencias absolutas y relativas. El análisis bivariado se realizará mediante la prueba de chi cuadrado para variables categóricas y t de Student para variables continuas, cruzando cada una de la variable independiente (ver tabla de operacionalización de variables) con la variable dependiente.

Se utilizaron regresiones de riesgos proporcionales de Cox para calcular los riesgos relativos (RR) con intervalos de confianza (IC) del 95% para comparar las diferencias en los niveles de presión arterial entre los grupos.

3.2.1. Procedimientos para garantizar aspectos éticos.

Todos los trabajadores que participaron de este estudio fueron informados al respecto de los objetivos y la justificación de este y brindaron su consentimiento informado debidamente sellado.

La información obtenida durante el desarrollo de esta investigación fue manejada únicamente por el investigador y se mantuvieron a buen recaudo los datos de los participantes del estudio, los que fueron debidamente codificados para evitar su identificación.

Este estudio se desarrolló siguiendo los principios biomédicos de autonomía, beneficencia y no maleficencia, así como los principios de investigación estipulados en la declaración de Helsinski.

Para el desarrollo de esta investigación se solicitó permiso a la empresa.

4. RESULTADOS

Las características generales de la población de estudio se muestran en la tabla 1.

Tabla 1.características generales de población de estudio.

	Total, de sujetos(N=124)			
	No	%	Media	DE
Edad			36,39	2,1
Años de trabajo			3	0,8
IMC			25,9	2,97
Sexo, masculino	72	57,6		
Estado Civil, Casado/conviviente	93	74,4		
Nivel educativo				
Sin educación/ primaria	39	31,2		
secundaria	48	38,4		
superior	37	29,6		
Presión Arterial				
Sistólica			118	15
Diastólica			74	15,6

Se seleccionó de manera aleatoria un total de 124 individuos. La edad promedio fue de 36,39 años con una desviación estándar de 2,1. El 57,6 % fueron varones y el promedio de años de trabajo fue de 3 años con una desviación estándar de 0,8.

Con relación al nivel educativo, un 31,2% tuvo el nivel de sin educación/ primaria; 38,4% presentó un nivel educativo de secundaria.

El promedio del nivel de presión arterial sistólica en esta población fue de 118 mmHg (desviación estándar de 15 mmHg). El promedio de presión arterial diastólica fue de 74 mmHg (desviación estándar de 15,6 mmHg).



Figura 1. Niveles de exposición al ruido ocupacional y sus decibels.

La figura 1 muestra el promedio de decibels según el grupo de nivel de exposición a ruido.

En el grupo con nivel bajo de exposición al ruido el promedio de decibels fue de 71,5 dBA (desviación estándar: 1,73). En el grupo con un nivel medio de exposición al ruido el promedio fue de 77,6 dBA (desviación estándar 1,27), en el grupo con nivel alto de exposición al ruido el promedio fue de 82,0 dBA. La diferencia del nivel de ruido entre los tres grupos fue significativa ($p < 0,001$).

Tabla 2. Características demográficas de la población de estudio según nivel de exposición a ruido

característica	Nivel de exposición a ruido												p valor
	Baja(n=62)				Media (n=32)				Alta(n=30)				
	Media	DE	N°	%	Media	DE	N°	%	Media	DE	N°	%	
Edad	36	2			37	2			36	2			1,01
Años empleado	4	1			2	1			3	1			0,01
IMC	26,56	2,59			24,66	3,21			25,90	3,12			0,095
Sobrepeso													
No			12	19,4			17	53,1			6	20,0	0,001
Si			50	80,6			15	46,9			24	80,0	
Sexo													
Femenino			33	53,2			14	43,8			5	16,7	0,004
Masculino			29	46,8			18	56,3			25	83,3	
Educación													
sin/primaria			0	0,0			14	43,8			25	83,3	0,001
secundaria			25	40,3			18	56,3			5	16,7	
superior			37	59,7			0	0,0			0	0,0	

La tabla 2 muestra las características demográficas de la población de estudio según niveles de exposición al ruido.

Se observa que 62 personas tuvieron un nivel bajo de exposición al ruido. De este grupo el promedio de edad fue de 36 años (desviación estándar de 2 años), el promedio de años de empleado fue de 4(desviación estándar de 1 año), el IMC promedio fue de 26,52(desviación estándar de 2,59). La mayoría de las personas tenía sobrepeso (80,6%) eran mujeres (53,2%) y tenían educación superior (59,7%)

Hubo 32 personas que tuvieron un nivel medio de exposición al ruido. De este grupo el promedio de edad fue de 37 años, la media de exposición era de 2 años y el IMC promedio era de 24,66. La mayoría de los integrantes de este grupo no presentaban sobrepeso (53,1%), eran hombres (56,3%) y tenían educación secundaria (56,3)

El grupo de individuos que presentaron un nivel alto de exposición al ruido estuvo conformado por 30 individuos. La edad promedio fue de 36 años, el tiempo promedio de trabajo fue de 3 años y el IMC promedio fue de 25,90. La mayoría de los integrantes de este grupo presentaron sobrepeso (80,0%), eran del sexo masculino (83,3%) y tenían un nivel educativo hasta primaria (83,3%).

Se encontraron diferencias significativas entre los 3 grupos con relación a la edad, los años de empleo, el IMC, la presencia de sobrepeso, el sexo y el nivel educativo. (ver tabla 2)

El promedio del IMC corporal fue mayor en el grupo de nivel alto de exposición al ruido. La presencia de sobrepeso fue mayor en el grupo con nivel alto de exposición al ruido, el porcentaje de varones expuesto al ruido fue mayor en el grupo de nivel alto de exposición al ruido.

Tabla 3. Presión arterial y riesgo relativo de lectura elevada de la tensión arterial según grupo de exposición a ruido.

Nivel de exposición a ruido	Presión arterial Sistólica		Presión arterial Diastólica		PA elevada n	Persona-años	Incidencia*	riesgo de HTA (no ajustada)		
	Media	DE	Media	DE				RRc	IC 95%	p
Bajo (n=62)	107,06	15,81	67,06	15,81	15	227	7	1	referencia	
Medio (n=32)	121,59	8,34	81,59	8,34	9	78	12	2,607	1,11-6,14	0,03
Alto (n=30)	129,33	9,03	85,67	11,74	11	79	14	3,653	1,58-8,46	0,01

p valor <0,005

*por 100 persona-años

La tabla 3 presenta el promedio de presión arterial sistólica y diastólica y los riesgos relativos de hipertensión en los 3 grupos.

Los grupos con mayor y mediana exposición al ruido presentaron un promedio significativamente mayor de niveles de presión arterial que el grupo que tuvo menor nivel de exposición al ruido.

TABLA 4. ASOCIACIÓN DE EXPOSICIÓN A RUIDO OCUPACIONAL Y LOS NIVELES DE PRESION ARTERIAL SEGÚN SEXO

	RR	IC 95.0% para RR		Sig.
		Inferior	Superior	
Sexo				
mujer	1			
Varón	3.508	1.210	10.168	0.021
Nivel exposición				0.031
Medio	2.646	1.104	6.345	0.029
Alto	2.788	1.176	6.606	0.020

La tabla 4 muestra que el sexo masculino presenta un RR de 3,5 de presentar presión arterial elevada.

TABLA 5. ASOCIACIÓN DE EXPOSICIÓN A RUIDO OCUPACIONAL Y LOS NIVELES DE PRESION ARTERIAL SEGÚN EDAD

	RR	95.0% CI para RR		Sig.
		Inferior	Superior	
edad	0.969	0.822	1.143	0.709
Nivel exposición				0.007
bajo	1			
Medio	2.616	1.110	6.166	0.028
Alto	3.654	1.579	8.454	0.002

La tabla 5 muestra que el sexo masculino presenta un RR de 3,5 de presentar presión arterial elevada.

Tabla 6. ASOCIACIÓN DE EXPOSICIÓN A RUIDO OCUPACIONAL Y LOS NIVELES DE PRESION ARTERIAL SEGÚN SOBREPESO.

	Sig.	RR	95.0% CI para RR	
			Inferior	Superior
sobrepeso				
No		1		
Si	0.002	5.625	1.878	16.847
Nivel de exposición				
bajo	0.000	1		
medio	0.001	6.154	2.188	17.310
alto	0.000	5.091	2.069	12.528

La tabla 6 muestra que las personas con sobrepeso presenta un RR de 5,6 de presentar presión arterial elevada

Tabla 7. Asociación entre el nivel de exposición ocupacional a ruido y factores sociodemográficos con la incidencia de presión arterial elevada

	RRa	IC 95,0% para RRa		p valor
		Inferior	Superior	
Nivel de exposición(dBA)				
<75				
75-79	3,78	1,47	9,72	0,006
≥80	5,18	1,83	14,71	0,002
Sobrepeso				
No	1,00			
Si	5,37	1,83	15,76	0,002
Sexo				
mujer	1,00			
varón	3,26	1,12	9,52	0,031
Edad	0,94	0,79	1,11	0,466

La asociación entre la exposición ocupacional al ruido y la incidencia de hipertensión se muestra en la tabla 7.

Los trabajadores que estuvieron expuestos a más de 80 dBA tuvieron un mayor riesgo relativo de presentar presión arterial elevada (RRa=5,18 IC95% de 1,83-14,71) que los trabajadores que tuvieron un nivel de exposición < 75 dBA. De la misma manera los trabajadores con un nivel de exposición al ruido de 75 a 79 dBA tuvieron un mayor

riesgo relativo de presentar presión arterial elevada ($RRa=3,78$ IC95% de 1,47 a 9,72). Todos estos riesgos relativos fueron ajustados por el sexo, la edad y la presencia de sobrepeso de los integrantes del estudio.

5. DISCUSIÓN

En esta investigación se determinó que cerca de un tercio de la población de este estudio presentó niveles anormales de presión arterial. Además de que existiría una asociación entre el nivel de exposición al ruido ocupacional y la incidencia de presión arterial anormal.

Nuestros resultados muestran que a mayor nivel de exposición a ruido ocupacional existe un aumento del riesgo relativo de presentar alteración en la presión arterial. Diversos estudios concuerdan con lo determinado en esta investigación(16,59–62). Otros estudios plantean sus dudas y difieren de lo detectado en este estudio(20,59,63). La causa de esta discordancia (diferencia entre diferentes tipos de estudios) se debe principalmente a la operacionalización de la exposición al ruido dado que esta varía dependiendo del tipo de empresa, las características ambientales, incluso el grado de contaminación(64). En nuestro caso nos encontramos frente a una empresa de cemento con dBA menores a otros estudios(63). Sobre este punto podemos destacar, entonces, que los resultados en salud dependen del contexto y de las características de la fuente de sonido como su duración y frecuencia(65).

En esta investigación se realizó un adecuado ajuste de las variables de confusión. Chang y colaboradores también realizaron un ajuste similar con variables como la edad, el sexo, el IMC y evaluó otras también como el tabaquismo y consumo de alcohol(66). En tal sentido la causa de la falta de consistencia con otras investigaciones (descritas

anteriormente) vendría a ser el tamaño de estudio, los tiempos de exposición al ruido ocupacional, y la falta de ajuste por variables confusoras por parte de las otras investigaciones.

En este estudio se determinó que la exposición al ruido estaría asociada con mayor riesgo de hipertensión entre los hombres, personas con sobrepeso. Esto ha sido descrito anteriormente(66,67) y nos permite ayudar a identificar a los grupos de personas expuestas al ruido ocupacional y que pueden estar en riesgo, para establecer medidas de intervención terapéutica que beneficien su estado de vida, tal como lo demuestro el meta-análisis Relación entre la exposición a ruido ocupacional y factores de riesgo en enfermedades cardiovasculares desarrollado por Y. Yang (15)

Si bien no es un objetivo del estudio explicar cuáles serían los mecanismos que influyen que el ruido aumente la presión arterial, planteamos la exposición crónica al ruido ocupacional estaría produciendo efectos a nivel del sistema simpático y endocrino como la inducción de factores de estrés y cambios fisiológico como el aumento de ritmo cardiaco que influyan en el aumento de la presión arterial. En tal sentido se necesitan estudios que ahonden sobre este tema(8,21,36,68–70)

Diversos estudios han mostrado la importancia del tiempo de exposición al ruido ocupacional para la generación o no de hipertensión arterial(66,71).Chang y colaboradores estudiaron una cohorte con un tiempo de exposición de máximo 2 años y sus resultados describen que no existe esta asociación. Estudios en los que se haya una asociación como el nuestro o el de Bao y colaboradores se diferencian del estudio de Chang por el tiempo de la cohorte, siendo 4 años el tiempo de nuestra cohorte y 8 años el tiempo de cohorte de Bao. Esto es importante dado que nos permite plantear la hipótesis de un tiempo mínimo de exposición a ruido ocupacional para la incidencia de hipertensión en determinados grupos (según el nivel de exposición) y el

establecimiento de responsabilidades a la empresa para el despistaje y prevención de daños crónicos como HTA en trabajadores con un tiempo de trabajo cercano a los 4 años.

Con relación al género hemos determinado que los varones expuestos a ruido ocupacional constituyen la población con mayor riesgo de presentar hipertensión. Estos resultados se asemejan a los descritos en investigaciones previas como (9,72) y se fundamentan en el trabajo que ocuparían las mujeres dentro de la empresa y el grado de exposición comparado con las mujeres. Por ejemplo, en esta investigación se observa que existe un mayor número de mujeres que forma el grupo de los que tienen baja exposición a ruido, mientras que el grupo con mayor exposición al ruido (mayor riesgo de presentar hipertensión) está formado predominantemente por varones.

El porcentaje general de personas hipertensas es elevado (cercano al 30%). En este estudio se hizo uso de la guía de hipertensión de la ACC/AHA 2017, la que estableció una disminución de los puntos de corte(54). Investigaciones realizadas en población del Perú muestran que el uso de estos nuevos puntos de corte puede llegar a incrementar el porcentaje de casos con diagnóstico de presión alta(55), lo que también explicaría el elevado nivel de trabajadores considerados como hipertensos o con presión arterial elevada.

Una fortaleza de este estudio fue el uso de un diseño de cohorte para superar la limitación temporal de los estudios transversales. Este enfoque nos permitió determinar la asociación temporal entre la exposición al ruido ocupacional y la incidencia de presión anormal.

Este estudio tiene limitaciones como un posible sesgo de selección (sesgo del trabajador sano) mediante el cual aquellos trabajadores expuestos a altos niveles de ruido pueden jubilarse o renunciar por el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. Otra limitación del estudio tendría que ver con la falta de información sobre historias de

exposición al ruido antes de trabajar en esta empresa o el grado exposición a ruido fuera del trabajo.

6. CONCLUSIONES

- Se evaluó a 124 individuos con un promedio de 3 años de trabajo, con un IMC promedio de 25,9. El número de varones y mujeres fue similar en ambos grupos.
- El promedio de decibeles en el grupo con nivel alto de exposición al ruido fue de 82,0dBA y fue significativamente mayor que el grupo con nivel bajo de exposición al ruido laboral.
- El promedio de presión arterial sistólica y diastólica fue mayor en el grupo de nivel alto y nivel medio de exposición al ruido en comparación con el grupo de nivel bajo de exposición.
- Existe una asociación entre el nivel exposición a ruido ocupacional y la incidencia de presión arterial anormal

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la gestión administrativa para minimizar la exposición a ruido ocupacional por medio de la rotación en diferentes áreas.
- Se recomienda el uso de equipos de protección personal que limiten la exposición a ruidos ocupacionales.
- Se recomienda continuar con el desarrollo de evaluaciones continuas de la presión arterial.
- Se recomienda el establecimiento de medidas de protección que disminuyan el nivel de ruido de las maquinas utilizadas en la empresa.
- Se recomienda una evaluación permanente por Psicología para manejo del estrés de los trabajadores.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Alberti PW. Noise, the most ubiquitous pollutant. *Noise Health*. 1998;1(1):3–5.
2. Murillo IC. [How does noise affect us? In our health, life styles and environs]. *Rev Enferm*. octubre de 2007;30(10):13-16,18-20.
3. Nelson DI, Nelson RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *Am J Ind Med*. diciembre de 2005;48(6):446–58.
4. Azizi MH. Occupational noise-induced hearing loss. *Int J Occup Environ Med*. julio de 2010;1(3):116–23.
5. Münzel T, Gori T, Babisch W, Basner M. Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *Eur Heart J*. 2014;35(13):829–36.
6. Liu J, Xu M, Ding L, Zhang H, Pan L, Liu Q, et al. Prevalence of hypertension and noise-induced hearing loss in Chinese coal miners. *J Thorac Dis*. marzo de 2016;8(3):422–9.
7. Kolstad HA, Stokholm ZA, Hansen AM, Christensen KL, Bonde JP. Whether noise exposure causes stroke or hypertension is still not known. Vol. 347, *BMJ (Clinical research ed.)*. England; 2013. p. f7444.
8. Babisch W. Cardiovascular effects of noise. Vol. 13, *Noise & health*. India; 2011. p. 201–4.
9. Huang F-J, Hsieh C-J, Young CH, Chung S-H, Tseng C-C, Yiin L-M. The assessment of exposure to occupational noise and hearing loss for stoneworkers in taiwan. *Noise Health*. 2018;20(95):146–51.
10. Tikka C, Verbeek JH, Kateman E, Morata TC, Dreschler WA, Ferrite S. Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss. *Cochrane database Syst Rev*. julio de 2017;7:CD006396.
11. Zhou F, Shrestha A, Mai S, Tao Z, Li J, Wang Z, et al. Relationship between occupational noise exposure and hypertension: A cross-sectional study in steel factories. *Am J Ind Med*. 2019;62(11):961–8.
12. Green MS, Schwartz K, Harari G, Najenson T. Industrial noise exposure and ambulatory blood pressure and heart rate. *J Occup Med*. agosto de 1991;33(8):879–83.
13. Chang T-Y, Jain R-M, Wang C-S, Chan C-C. Effects of occupational

- noise exposure on blood pressure. *J Occup Environ Med*. diciembre de 2003;45(12):1289–96.
14. Chang TY, Hwang BF, Liu CS, Chen RY, Wang VS, Bao BY, et al. Occupational noise exposure and incident hypertension in men: A prospective cohort study. *Am J Epidemiol*. 2013;177(8):818–25.
 15. Yang Y, Zhang E, Zhang J, Chen S, Yu G, Liu X, et al. Relationship between occupational noise exposure and the risk factors of cardiovascular disease in China: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. julio de 2018;97(30):e11720.
 16. Tomei G, Fioravanti M, Cerratti D, Sancini A, Tomao E, Rosati M V, et al. Occupational exposure to noise and the cardiovascular system: a meta-analysis. *Sci Total Environ*. enero de 2010;408(4):681–9.
 17. Fogari R, Zoppi A, Corradi L, Marasi G, Vanasia A, Zanchetti A. Transient but not sustained blood pressure increments by occupational noise. An ambulatory blood pressure measurement study. *J Hypertens*. junio de 2001;19(6):1021–7.
 18. van Kempen EEMM, Kruize H, Boshuizen HC, Ameling CB, Staatsen BAM, de Hollander AEM. The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environ Health Perspect*. marzo de 2002;110(3):307–17.
 19. Skogstad M, Johannessen HA, Tynes T, Mehlum IS, Nordby K-C, Lie A. Systematic review of the cardiovascular effects of occupational noise. *Occup Med (Lond)*. agosto de 2016;66(6):500.
 20. Stokholm ZA, Bonde JP, Christensen KL, Hansen AM, Kolstad HA. Occupational noise exposure and the risk of hypertension. *Epidemiology*. enero de 2013;24(1):135–42.
 21. Munzel T, Gori T, Babisch W, Basner M. Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *Eur Heart J*. abril de 2014;35(13):829–36.
 22. Liu J, Xu M, Ding L, Zhang H, Pan L, Liu Q, et al. Prevalence of hypertension and noise-induced hearing loss in Chinese coal miners. *J Thorac Dis*. 2016;8(3):422–9.
 23. Stokholm ZA, Hansen AM, Grynderup MB, Bonde JP, Christensen KL, Frederiksen TW, et al. Recent and long-term occupational noise exposure and salivary cortisol level. *Psychoneuroendocrinology*. enero de

- 2014;39:21–32.
24. Gan WQ, Mannino DM. Occupational Noise Exposure, Bilateral High-Frequency Hearing Loss, and Blood Pressure. *J Occup Environ Med.* 1 de mayo de 2018;60(5):462–8.
 25. Mejia CR, Cárdenas MM, Gomero-Cuadra R. Notificación de accidentes y enfermedades laborales al Ministerio de Trabajo. Perú 2010-2014. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2015;32(3):526.
 26. ROJAS MM. FACTORES ASOCIADOS A PERDIDA DE LA AUDICION INDUCIDA POR EL RUIDO ENTRE TRABAJADORES MINEROS. uNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO; 2017.
 27. Montenegro Valencia JS. Prevalencia y severidad de la hipoacusia inducida por exposición ocupacional al ruido en odontólogos del Cercado de Arequipa, 2014. 2014.
 28. Rojas Velarde SC, Sánchez Cornejo C. Hipoacusia inducida por ruido en trabajadores de construcción civil de la Constructora Inarco del centro comercial Real Plaza Huancayo-2015. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU; 2015.
 29. Kuang D, Yu YY, Tu C. Bilateral high-frequency hearing loss is associated with elevated blood pressure and increased hypertension risk in occupational noise exposed workers. *PLoS One.* 2019;14(9):1–11.
 30. RYAN A, DALLOS P. Effect of absence of cochlear outer hair cells on behavioural auditory threshold. *Nature.* 1975;253(5486):44–6.
 31. PAUCARCHUCO JBC. “DISMINUCIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL PRODUCIDO POR LOS RUIDOS MEDIANTE ESTRATEGIAS DE ACTUACIÓN EN LOS POBLADORES DE LA PROVINCIA DE HUANCAYO”. Universidad Nacional del Centro del Peru; 2013.
 32. Ryan AF, Kujawa SG, Hammill T, Le Prell C, Kil J. Temporary and Permanent Noise-induced Threshold Shifts: A Review of Basic and Clinical Observations. *Otol Neurotol.* septiembre de 2016;37(8):e271–5.
 33. Kurabi A, Keithley EM, Housley GD, Ryan AF, Wong AC-Y. Cellular mechanisms of noise-induced hearing loss. *Hear Res.* 2016/12/02. junio de 2017;349:129–37.
 34. Guida HL, Morini RG, Cardoso ACV. Avaliação audiológica em

- trabalhadores expostos a ruído e praguicida . Vol. 76, Brazilian Journal of Otorhinolaryngology . scielo ; 2010. p. 423–7.
35. Noise and hearing loss. National Institutes of Health Consensus Development Conference. Conn Med. julio de 1990;54(7):385–91.
 36. Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. Lancet (London, England). abril de 2014;383(9925):1325–32.
 37. Tak S, Calvert GM. Hearing difficulty attributable to employment by industry and occupation: an analysis of the National Health Interview Survey--United States, 1997 to 2003. J Occup Environ Med. enero de 2008;50(1):46–56.
 38. Stucken EZ, Hong RS. Noise-induced hearing loss : an occupational medicine perspective. 2014;22(5):388–93.
 39. Girard S-A, Leroux T, Courteau M, Picard M, Turcotte F, Richer O. Occupational noise exposure and noise-induced hearing loss are associated with work-related injuries leading to admission to hospital. Inj Prev. abril de 2015;21(e1):e88-92.
 40. Amjad-Sardrudi H, Dormohammadi A, Golmohammadi R, Poorolajal J. Effect of noise exposure on occupational injuries: a cross-sectional study. J Res Health Sci. diciembre de 2012;12(2):101–4.
 41. Shi L, Chang Y, Li X, Aiken S, Liu L, Wang J. Cochlear Synaptopathy and Noise-Induced Hidden Hearing Loss. 2016;2016.
 42. Ramamoorthy S, Nuttall AL. Half-octave shift in mammalian hearing is an epiphenomenon of the cochlear amplifier. PLoS One. 2012/09/25. 2012;7(9):e45640–e45640.
 43. Henderson D, Bielefeld EC, Harris KC, Hu BH. The role of oxidative stress in noise-induced hearing loss. Ear Hear. febrero de 2006;27(1):1–19.
 44. Perú M de S, Instituto Nacional de Salud. Guía técnica para realizar una audiometría profesional [Internet]. 2008. Disponible en: https://www.hospitalsjl.gob.pe/ArchivosDescarga/Comunicaciones/RM484_2011_MINSA/GEMO-005_GUIA_TECNICA_AUDIOMETRIA.pdf
 45. Lusk SL, Gillespie B, Hagerty BM, Ziemba RA. Acute effects of noise on blood pressure and heart rate. Arch Environ Health. agosto de

- 2004;59(8):392–9.
46. Davies H, Kamp I Van. Noise and cardiovascular disease: a review of the literature 2008-2011. *Noise Health*. 2012;14(61):287–91.
 47. Huss A, Spoerri A, Egger M, Roosli M. Aircraft noise, air pollution, and mortality from myocardial infarction. *Epidemiology*. noviembre de 2010;21(6):829–36.
 48. Sorensen M, Hvidberg M, Andersen ZJ, Nordsborg RB, Lill Lund KG, Jakobsen J, et al. Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study. *Eur Heart J*. marzo de 2011;32(6):737–44.
 49. Gan WQ, Davies HW, Koehoorn M, Brauer M. Association of long-term exposure to community noise and traffic-related air pollution with coronary heart disease mortality. *Am J Epidemiol*. mayo de 2012;175(9):898–906.
 50. Kujawa SG, Liberman MC. Acceleration of age-related hearing loss by early noise exposure: evidence of a misspent youth. *J Neurosci*. febrero de 2006;26(7):2115–23.
 51. Arenas JP, Suter AH. Comparison of occupational noise legislation in the Americas : An overview and analysis. 2014;16(October):306–19.
 52. DECRETO SUPREMO N° 009-2005-TR. Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo. 2010.
 53. Cruz I, Huerta-mercado R. Occupational Safety and Health in Peru. *Ann Glob Heal*. 2015;81(4):568–75.
 54. Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, Casey DE, Collins KJ, Dennison Himmelfarb C, et al. 2017
ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA
Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults. *Hypertension*. 2017;
 55. Hernández-Vásquez A, Rojas-Roque C, Santero M, Ruiz-Maza JC, Casas-Bendezú M, Miranda JJ. ¿Qué representa cambiar el umbral diagnóstico de la hipertensión arterial? Guías ACC/AHA 2017 y su aplicación en Perú . Vol. 147, *Revista médica de Chile* . scielocl ; 2019. p. 545–56.
 56. N. BJ, Jiexiang L, Lu Z, Liwei C, Paul M, Brent E. Trends in Prehypertension and Hypertension Risk Factors in US Adults. *Hypertension*. 1 de agosto de 2017;70(2):275–84.

57. Sbihi H, Davies HW, Demers PA. Hypertension in noise-exposed sawmill workers: A cohort study. *Occup Environ Med*. 2008;65(9):643–6.
58. PERU M. Resolución Directoral N° 0135-2014-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM-Declaración de Impacto Ambiental(DIA). 2017.
59. Lee JH, Kang W, Yaang SR, Choy N, Lee CR. Cohort study for the effect of chronic noise exposure on blood pressure among male workers in Busan, Korea. *Am J Ind Med*. junio de 2009;52(6):509–17.
60. Tomei F, Fantini S, Tomao E, Baccolo TP, Rosati M V. Hypertension and chronic exposure to noise. *Arch Environ Health*. 2000;55(5):319–25.
61. Attarchi M, Dehghan F, Safakhah F, Nojomi M, Mohammadi S. Effect of exposure to occupational noise and shift working on blood pressure in rubber manufacturing company workers. *Ind Health*. 2012;50(3):205–13.
62. Hoffmann B. Noise and Hypertension—a Narrative Review. *Curr Epidemiol Reports*. 2018;5(2):70–8.
63. Inoue M, Laskar MS, Harada N. Cross-sectional study on occupational noise and hypertension in the workplace. *Arch Environ Occup Health*. 2005;60(2):106–10.
64. Jarup L, Babisch W, Houthuijs D, Pershagen G, Katsouyanni K, Cadum E, et al. Hypertension and exposure to noise near airports: the HYENA study. *Environ Health Perspect*. marzo de 2008;116(3):329–33.
65. Hammer MS, Swinburn TK, Neitzel RL. Environmental noise pollution in the United States: developing an effective public health response. *Environ Health Perspect*. febrero de 2014;122(2):115–9.
66. Chang TY, Liu CS, Huang KH, Chen RY, Lai JS, Bao BY. High-frequency hearing loss, occupational noise exposure and hypertension: A cross-sectional study in male workers. *Environ Heal A Glob Access Sci Source*. 2011;10(1):1–8.
67. Liu C-S, Young L-H, Yu T-Y, Bao B-Y, Chang T-Y. Occupational Noise Frequencies and the Incidence of Hypertension in a Retrospective Cohort Study. *Am J Epidemiol*. julio de 2016;184(2):120–8.
68. Cayir A, Barrow TM, Wang H, Liu H, Li C, Ding N, et al. Occupational noise exposure is associated with hypertension in China: Results from project ELEFANT. *PLoS One*. 31 de diciembre de 2019;13(12):e0209041.
69. Hahad O, Prochaska JH, Daiber A, Muenzel T. Environmental Noise-

- Induced Effects on Stress Hormones, Oxidative Stress, and Vascular Dysfunction: Key Factors in the Relationship between Cerebrocardiovascular and Psychological Disorders. Vol. 2019, Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2019.
70. Lu S-Y, Lee C-L, Lin K-Y, Lin Y-H. The acute effect of exposure to noise on cardiovascular parameters in young adults. *J Occup Health*. 2018;60(4):289–97.
 71. Hessel PA, Sluis-Cremer GK. Occupational Noise Exposure and Blood Pressure: Longitudinal and Cross-sectional Observations in a Group of Underground Miners. *Arch Environ Heal An Int J*. 1 de abril de 1994;49(2):128–34.
 72. Chang T-Y, Hwang B-F, Liu C-S, Chen R-Y, Wang V-S, Bao B-Y, et al. Occupational noise exposure and incident hypertension in men: a prospective cohort study. *Am J Epidemiol*. abril de 2013;177(8):818–25.

9. ANEXOS

Anexo 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	VALOR FINAL	CRITERIOS	FUENTE
Nivel de exposición a Ruido ocupacional	cuantitativa	razón	- 30 dBA, 60 dBA	¿A cuánto ruido ocupacional está expuesto el trabajador?	Ficha de recolección de datos
Presión arterial diastólica	cuantitativa	razón	- 120, 130, 140 mmHg	¿Cuál es el nivel de presión arterial sistólica medido al momento de la realización del examen físico?	Ficha de recolección de datos
Presión arterial diastólica	cuantitativa	Razón	- 50, 60, 70, 80 mmHg	¿Cuál es el nivel de presión arterial diastólica medido al momento de la realización del examen físico?	Ficha de recolección de datos
Presión arterial anormal	cualitativa	nominal	- SI - NO	¿cuenta con presión arterial sistólica mayor o igual a 140 o presión arterial diastólica mayor o igual a 90 al momento del examen físico?	Ficha de recolección de datos
edad	Cuantitativa	ordinal	- 0,1,2,3, 4..n	Años cumplidos al momento de aplicación de la ficha de datos	Ficha de recolección de datos
Sexo	cualitativa	Nominal	- Masculino - femenino	¿cuál es su sexo?	Ficha de recolección de datos
Grado de instrucción	Cualitativa	nominal	- primario o menos - secundaria o superior	¿Actualmente está asistiendo a la escuela, colegio, instituto superior o universidad?	Ficha de recolección de datos
Frecuencia cardiaca	cuantitativa	Razón	- 70,80,90,100,110...	¿Cuál fue la frecuencia cardiaca al momento de la realización del examen físico?	Ficha de recolección de datos
Años laborando en la empresa	Cuantitativa	Razón	- 0,1,2,3	¿Cuántos años se encuentra trabajando en los ambientes de la empresa?	Ficha de recolección de datos

Anexo 2. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Proyecto: Asociación entre la exposición crónica a ruido ocupacional y los niveles de presión arterial de trabajadores de una empresa de cemento en el Perú.

Fecha:				
Nombre				
Edad				
Sexo				
Antecedentes patológicos				
Diagnóstico de Prueba audiométrica				
Presión arterial	Presión arterial Sistólica		Presión Arterial diastólica	
Hipertensión arterial.				
Frecuencia cardíaca				
Grado de instrucción				
Ocupación dentro de empresa				
¿está expuesto a ruido laboral?				
¿Cuántos años viene trabajando con exposición al ruido laboral?				